

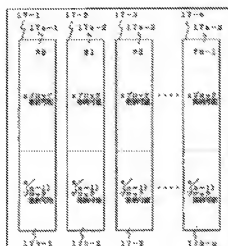
DISK ARRAY DEVICE

Publication number: JP10187357
 Publication date: 1998-07-14
 Inventor: OYAMA HIROSHI
 Applicant: NIPPON ELECTRIC ENG
 Classification:
 - International: G06F3/06; G06F3/06; (IPC1-7): G06F3/06; G06F3/06
 - European:
 Application number: JP19160339270 19961219
 Priority number(s): JP19160339270 19961219

Report a data error [here](#)

Abstract of JP10187357

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a disk array device in which the redundancy of data can be ensured even when a hot stand-by physical disk is absent at the time of transition to a degradation operating state. **SOLUTION:** Each physical disk 17a-1-17a-n is constituted of areas 17a-1-17a-n for data in which (a) blocks can be stored, and 17b-1-17b-n for saving data in which a(n-1) blocks can be stored. Any physical disk 17a-1-17a-n is separated, and block data stored in the area for data of the separated physical disk are restored at the time of transition to a degradation operating state, and then divided and saved in each area 17b-1-17b-n for saving data.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

特開平10-187357

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int. Cl.⁶

G 0 6 F 3/06

識別記号

5 4 0

3 0 6

F I

G 0 6 F 3/06

5 4 0

3 0 6 H

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-339270

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 12月19日

(71) 出願人 000232947

日本電気エンジニアリング株式会社
東京都港区芝浦三丁目18番21号

(72) 発明者 大山 浩

東京都港区芝浦三丁目18番21号 日本電気
エンジニアリング株式会社内

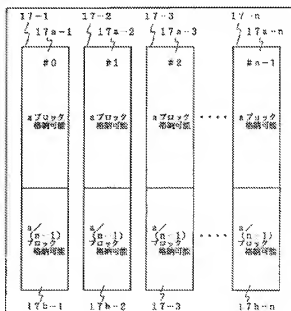
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 ディスクアレイ装置

(57) 【要約】

【課題】 縮退運転状態に移した時にホットスタンバイしている物理ディスクがない場合でもデータの冗長性を確保可能なディスクアレイ装置を提供する。

【解決手段】 物理ディスク 17a-1 ~ 17a-n 各々は a ブロック格納可能なデータ用領域 17a-1 ~ 17a-n と、a/(n-1) ブロック格納可能な退避データ用領域 17b-1 ~ 17b-n から構成されている。退避データ用領域 17b-1 ~ 17b-n 各々には物理ディスク 17a-1 ~ 17a-n のいずれかが切離されて縮退運転状態に移した時にその切離された物理ディスクのデータ用領域に格納されたブロックデータが格復された後に分割されて退避される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の磁気ディスク装置各々に上位装置から転送されたデータ及び前記データから生成したパリティデータを分割記憶することで1台の論理記憶装置を実現するディスクアレイ装置であって、前記複数の磁気ディスク装置各々に配設されかつ前記磁気ディスク装置が運用不可能となって縮退運転状態に移移した時に当該磁気ディスク装置に記憶すべきデータを分割して退避する複数の退避領域を有することを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項2】 前記縮退運転状態に移移した時に前記運用不可能となった磁気ディスク装置を即座に切替え可能なホットスタンバイ磁気ディスク装置があるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記ホットスタンバイ磁気ディスク装置がないと判定された時に前記運用不可能となった磁気ディスク装置の内容を全て修復して前記複数の退避領域に分割して退避する手段を含むことを特徴とする請求項1記載のディスクアレイ装置。

【請求項3】 前記上位装置から前記磁気ディスク装置への書込み指示及び読み出し指示の入力時に前記上位装置との間で授受されるデータを保持するキャッシュメモリを含み、前記運用不可能となった磁気ディスク装置に記憶すべきデータが前記キャッシュメモリに保持された時に当該磁気ディスク装置以外の磁気ディスク装置に配設された前記退避領域に前記キャッシュメモリの内容を分割して格納するようにしたことを特徴とする請求項1記載のディスクアレイ装置。

【請求項4】 前記運用不可能となった磁気ディスク装置のデータを他の磁気ディスク装置のデータを用いて修復する修復手段を含み、前記修復手段で修復されたデータを前記複数の退避領域各々に分割して退避するようにしたことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか記載のディスクアレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はディスクアレイ装置に関し、特に小型で複数の磁気ディスク装置に対して上位装置から転送されたデータ及びそのデータから生成したパリティデータを分割記憶することで1台の論理記憶装置を実現するディスクアレイ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種のディスクアレイ装置においては、小型で安価な複数の磁気ディスク装置（以下、個々の磁気ディスク装置を物理ディスクとする）から構成され、これら複数の物理ディスクを並列に処理しかつデータに冗長性（パリティデータ等）を持たせることによって単体物理ディスクと比べて高信頼性及び高性能を実現している。

【0003】上記のように構成されたディスクアレイ装

置（以下、論理ディスクとする）としては、“A Case For Redundant Arrays Of Inexpensive Disks (RAID)” (Technical Report UBC/CSD 87/391, December 1987.)で提案されたRAID理論を使用した論理ディスクがある。

【0004】ここで、上記の高信頼性とは論理ディスクを構成する物理ディスク中の1台が運用不可能となった場合でも、論理ディスクから該当物理ディスクを切替えることで縮退運転状態に移移させ、論理ディスクとしての運転を可能とすること、つまり冗長物理ディスク（パリティデータを記憶している物理ディスク）のデータを生成しながら記憶させ、また使用することでデータを復元しながら論理ディスクとしての運用を継続することができることを指している。

【0005】また、上記の高性能とは複数の物理ディスクを並列処理することで、1台の物理ディスクを処理する時の性能を遙かに上回る性能が発揮できるようにすることを指している。

【0006】上記の論理ディスクにおいては1台の物理ディスクが運用不可能になった場合に縮退運転状態に移移し、冗長物理ディスク（パリティデータを記録している物理ディスクであり、アドレス毎にその物理ディスクは変化する）を用いて運用を継続することができる。

【0007】その縮退運転状態は縮退された物理ディスクが交換されるまで続くが、縮退運転中に上位装置から縮退されている物理ディスクに配置されたアドレスへのデータの書込みが指示された場合、論理ディスクは冗長物理ディスクから読み出したパリティデータと、上位装置から指示されたデータとによってパリティデータを再生成する。

【0008】その後、冗長物理ディスクは再生成したパリティデータを再書き込みすることによって論理ディスクとしてのデータ書き込みを終了する。縮退されている物理ディスクが冗長物理ディスクとなるようなアドレスに対する上位装置からのデータの書込みが指示された場合には、データを記録すべき物理ディスクとパリティデータを記録している冗長物理ディスクとの関係が逆になる。

【0009】尚、この時、上位装置から転送されたデータはデータキャッシュ上に残っている間、上位装置からのデータ読み出し要求に対してデータキャッシュ上からデータを読出すこともできる。

【0010】また、縮退運転中、縮退されている物理ディスクに配置されたアドレスのデータの読み出しを行うには、縮退されている物理ディスク以外の全物理ディスク（冗長物理ディスクを含む）からパリティ生成単位のデータを読出し、そのデータから必要なデータを修復している。

【0011】縮退されている物理ディスクが正常な物理ディスクに交換されると、論理ディスクは修復状態に移

移し、交換された物理ディスクに対する修復データの再読み込みを全領域にわたって行う。このデータ修復動作は縮退運転状態と同様なデータの修復を行うことによって実施される。論理ディスクは上記のように冗長物理ディスクを持ち、その冗長データを使用することで、1台の物理ディスクが運用不可能になった場合でも可用性を維持することができる。

【0012】ところで、論理ディスクが縮退運転状態に遷移した場合には早期に切離された物理ディスクを正常な物理ディスクに置換し、論理ディスクに組込み、かつ論理ディスクとしてのデータ修復を実行することで冗長データを復元させる必要がある。

【0013】この物理ディスクの置換えは保守者による活線挿抜(交換)によって通常行われるが、別に物理ディスクをホットスタンバイさせておき、論理ディスクが縮退運転状態に遷移した時、即座に物理ディスクを切替えるような措置も講じられている。また、物理ディスクをホットスタンバイさせない場合に、障害データブロックを不揮発性メモリに格納することで、データ喪失を防止する方法もある。この方法については、特開平ラ3 14660号公報に開示されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の論理ディスクでは、既に縮退運転中となっている時に更にもう1台の物理ディスクでデータ読出しエラーが発生すると、論理ディスクとしてのデータの読出しができなくなってしまう。現在、物理ディスク自体の容量がギガバイトと大容量化されていることを考えると、縮退中にもう1台の物理ディスクにおいてデータ読出しエラーが発生するケースに対する回復措置を講じておく必要性が出てくる。また、このような場合、上記の障害データブロックを不揮発性メモリに格納する方法では大容量の不揮発性メモリを用いなければならない。

【0015】論理ディスクにおいて、複数の物理ディスクに分散記憶しているデータの冗長性を常に保ち続けることはデータロス等の危険を考えた場合に非常に重要であり、冗長物理ディスクがない状態での運転は極力期間に抑える必要がある。

【0016】特に、論理ディスクが縮退運転状態になりかつホットスタンバイしている物理ディスクがないケースにおいては、切離されている物理ディスクが正常な物理ディスクに交換/データ修復が完了するまでの間、論理ディスクのデータ領域に関して冗長データがないという問題が発生していることに注目する必要がある。これは保守者による物理ディスクの活線挿抜(交換)を即座に行うことができないことを想定した場合に発生する問題でもある。

【0017】そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、縮退運転状態に遷移した時にホットスタンバイしている物理ディスクがない場合でもデータの冗長性を確

保することができるディスクアレイ装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明によるディスクアレイ装置は、複数の磁気ディスク装置各々から上位装置から転送されたデータ及び前記データから生成したパリティデータを分散記憶することで1台の論理記憶装置を実現するディスクアレイ装置であって、前記複数の磁気ディスク装置各々に配設されかつ前記磁気ディスク装置が運用不可能となった縮退運転状態に遷移した時に当該磁気ディスク装置に記憶すべきデータを分割して退避する複数の退避領域を備えている。

【0019】本発明による他のディスクアレイ装置は、上記の構成のほかに、前記縮退運転状態に遷移した時に前記運用不可能となった磁気ディスク装置を即座に切替える可能なホットスタンバイ磁気ディスク装置があるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記ホットスタンバイ磁気ディスク装置がないと判定された時に前記運用不可能となった磁気ディスク装置の内容を全て修復して前記複数の退避領域に分割して退避する手段とを具備している。

【0020】本発明による別のディスクアレイ装置は、上記の構成のほかに、前記上位装置から前記磁気ディスク装置への書き込み指示及び読出し指示の入力時に前記上位装置との間で授受されるデータを保持するキャッシュメモリを具備し、前記運用不可能となった磁気ディスク装置に記憶すべきデータが前記キャッシュメモリに保持された時に当該磁気ディスク装置以外の磁気ディスク装置に配設された前記退避領域に前記キャッシュメモリの内容を分割して格納するようにしている。

【0021】本発明によるさらに別のディスクアレイ装置は、上記の構成のほかに、前記運用不可能となった磁気ディスク装置のデータを他の磁気ディスク装置のデータを用いて修復する修復手段を具備し、前記修復手段で修復されたデータを前記複数の退避領域各々に分割して退避するようにしている。

【0022】すなわち、本発明のディスクアレイ装置では、複数の物理ディスク各々にデータ用領域及び退避データ用領域を定義し、運用不可能となった物理ディスクに記憶すべきデータを当該物理ディスク以外の物理ディスク各々の退避データ用領域に退避させている。

【0023】より具体的には、論理ディスクが1台でA個のブロックを記憶出来る物理ディスクn台で構成されるとすると、マイクロプロセッサは物理ディスクのデータ用領域〔a個〕と退避データ用領域との関係が、全ブロック〔A個〕=データ用ブロック〔a個〕+退避データ用ブロック〔a/(n-1)個〕となるように物理ディスクの各領域を分割して定義し、論理ディスクの全容量を決定しておく。

【0024】上記の如く領域定義が行われている論理ディ

ディスクが運用中に縮退運転状態に遷移した場合にホットスタンバイ物理ディスクが存在しなければ、縮退している物理ディスク以外の物理ディスクから修復したデータを順次縮退している物理ディスク以外の物理ディスクに書き込んでいく。

【0025】尚、縮退運用状態に遷移した時にホットスタンバイ物理ディスクが存在した場合にはホットスタンバイ物理ディスクに対して修復データの書き込みを行うことで、冗長データ（ここでは、冗長物理ディスクの確保になる）の確保を図る。

【0026】これによって、論理ディスクが縮退運転状態に遷移した後、切離し物理ディスクが交換されるまでの期間について、論理ディスクにホットスタンバイ物理ディスクがない場合でも、論理ディスク自身の冗長データを確保する一手段を提供することができる。

【0027】また、論理ディスクにおいて上記重障害が発生する場合に備え、縮退されている物理ディスクに記録されるべきデータが論理ディスクのデータキャッシュ上に展開された場合に、上位装置に対するバックグラウンド処理として、そのデータ（本来、縮退されている物理ディスクに記録されるべきデータでありかつ上位装置からの書き込み指示時で得たデータ、もしくは上位装置からのデータ読出し指示時に他の物理ディスクのデータを用いて修復したデータ）を複数の物理ディスク上に割当ててある退避データ用領域にミラーリングして退避する、これによって、冗長データを確保し、重障害に備える一手段を提供することができる。

【0028】

【発明の実施形態】次に、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例によるディスクアレイ装置（以下、論理ディスクとする）の構成を示すブロック図である。図において、論理ディスク1は上位インタフェース制御回路部11と、マイクロプロセッサ12と、データキャッシュ13と、不揮発性メモリ14と、ディスクアレイデータ制御回路部15と、物理ディスクインタフェース（ID）制御回路部16・17・18とから構成されている。

【0029】図2は図1の物理ディスク17・18の構成を示す図である。図において、物理ディスク17・18は17a～17n各々がaブロック格納可能なデータ用領域17a-1～17a-nと、a/(n-1)ブロック格納可能な退避データ用領域17b-1～17b-nとから構成されている。

【0030】この時、RAID (Redundant Arrays Of Inexpensive Disks) を構成している論理ディスク1の冗長データブロック数はバリエーションが確保されるため、aブロックとなる。

【0031】ここで、物理ディスク17-1～17-n及び論理ディスク1各々のブロック長を等しくすると、論理ディスク1の記録可能ブロック数は、 $[a \times \text{ブロック} \times (n-1)]$ ブロックで表される。また、各物理ディスク17-1～17-nに割当てられている退避データ用領域17b-1～17b-nの合計は、1台の物理ディスクが切離された場合にちょうど、

$[a / (n-1)] \times (n-1) = a$ ブロックとなる。この各退避データ用領域17b-1～17b-nの管理情報はマイクロプロセッサ12によって不揮発性メモリ14に記録され、運用時に管理/使用される。

【0032】また、図2で示される退避データ用領域17b-1～17b-nは論理ディスク1自体に固定的に割当てておくことも可能であるが、個々のユーザのニーズに合わせて、退避データ用領域17b-1～17b-nを割当てないよう指定することも選択可能である。もちろん、その場合には本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法は使用されないことになる。

【0033】図3及び図4は本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法を示すフローチャートであり、図5～図7は本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法を示す図である。

【0034】図5は切離し物理ディスク17-3のデータを他の物理ディスク17-1, 17-2, …, 17-nのデータを用いて修復する場合のデータの流を示している。図6は図5で示した修復データを、例として物理ディスク17-1に記録する場合のデータの流を示している。図7は修復データを各物理ディスク17-1, 17-2, …, 17-nに退避していく概念を示しており、この図においては単純化のために4台の物理ディスク17-1～17-4のみとしている。

【0035】これら図1～図7を用いて本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法について説明する。以下、論理ディスク1の運用時の動作について説明する。

【0036】まず、論理ディスク1を構成する物理ディスク17-1～17-n各々の中で物理ディスク17-3に運用不可能となるような障害が発生すると、マイクロプロセッサ12は論理ディスク1から物理ディスク17-3を切離す。これによって、論理ディスク1は縮退運転状態に遷移することとなり、マイクロプロセッサ12は論理ディスク1にホットスタンバイ物理ディスク18が存在するかどうかの確認を行う（図3ステップS1）。

【0037】ホットスタンバイ物理ディスク18が存在する場合、マイクロプロセッサ12はホットスタンバイ物理ディスク18に対して論理ディスク1から修復した物理ディスク17-3のデータを格納する（図3ステップS2）。

【0038】ホットスタンバイ物理ディスク18が存在していない場合、マイクロプロセッサ12は切離された物理ディスク17-3のデータ修復を開始する(図3ステップS3)。

【0039】その場合、マイクロプロセッサ12は論理ディスク1における切離し物理ディスク17-3のデータ修復対象領域及び物理ディスク17-1、17-2、……、17-nの中の修復データの退避先を夫々選択する(図3ステップS5)。

【0040】マイクロプロセッサ12は切離し物理ディスク17-3の選択したデータ修復対象領域のブロックデータを他の物理ディスク17-1、17-2、……、17-nのデータから修復し(図3ステップS6)、修復したデータを選択した物理ディスク17-1、17-2、……、17-nの退避データ用領域17b-1~17b-nに書き込む(図3ステップS7)。

【0041】マイクロプロセッサ12は切離し物理ディスク17-3のデータ修復対象領域全てのデータ修復が終了するまで上記の処理を繰返し行う(図3ステップS4~S7)。

【0042】次に、論理ディスク1の運用時の動作について図4を参照して詳しく説明する。まず、論理ディスク1を構成する物理ディスク17-1~17-n各々の中で物理ディスク17-3に運用不可能となるような障害が発生すると、マイクロプロセッサ12は論理ディスク1から物理ディスク17-3を切離す。これによって、論理ディスク1は縮退運転状態に遷移することとなり、マイクロプロセッサ12は論理ディスク1にホットスタンバイ物理ディスク18が存在するかどうかの確認を行う(図4ステップS11)。

【0043】ホットスタンバイ物理ディスク18が存在する場合、マイクロプロセッサ12はホットスタンバイ物理ディスク18に対して論理ディスク1から修復した物理ディスク17-3のデータを格納する(図4ステップS12)。

【0044】ホットスタンバイ物理ディスク18が存在していない場合、マイクロプロセッサ12は切離された物理ディスク17-3を除き、物理ディスク17-1、17-2、……、17-n各々に修復データ退避のためのN=1~(n-1)のディスク番号値を割付ける(図4ステップS13)。

【0045】この後、マイクロプロセッサ12はディスク番号Nの値を初期化(N=1)し(図4ステップS14)、論理ディスク1における切離し物理ディスク17-3のデータ修復領域を選択し(図4ステップS16)、他の物理ディスク17-1、17-2、……、17-nのデータから対象データブロックを修復する(図4ステップS17)。

【0046】本発明の一実施例では他の物理ディスク17-1、17-2、……、17-nのデータを16ブ

ック毎に区切り(図4ステップS17)、切離し物理ディスク17-3に書き込むべきデータの修復を行っているが、これは論理ディスク1のデータ制御の都合でブロック長を可変にすることも可能である。

【0047】図5においては、物理ディスク17-1、17-2、……、17-nのデータd0~d(n-1)〔d2以外のデータ〕からディスクアレイデータ制御回路部15においてデータを修復し、修復されたデータd2をデータキャッシュ13に一旦格納するまでの流れを示している。

【0048】上記の処理で修復された切離し物理ディスク17-3のデータd2は、引き続きマイクロプロセッサ12によって選択された物理ディスク17-1の退避データ用領域17b-1に記録される(図4ステップS21)。

【0049】この時の修復データd2の流れを図6に示している。すなわち、マイクロプロセッサ12はディスクアレイデータ制御回路部15によって物理ディスク17-1、17-2、……、17-nのデータd0~d(n-1)〔d2以外のデータ〕から修復され、データキャッシュ13に一旦格納されたデータd2を、他の物理ディスク17-1、17-2、……、17-nの退避データ用領域17b-1、17b-2、……、17b-nに退避する。

【0050】修復データの退避先領域はマイクロプロセッサ12によって逐次物理ディスク17-1、17-2、……、17-nのいずれかに割付けられる。マイクロプロセッサ12ではこの一連の処理(図4ステップS17~S21)が終了すると、記録した修復データd2の記録管理情報が不揮発性メモリ14に格納される(図4ステップS22)。

【0051】論理ディスク1におけるデータ修復処理は16ブロック毎に論理ディスク1の全データ用領域についてデータ修復が完了するまで繰り返される(図4ステップS15~S22)。

【0052】すなわち、論理ディスク1が、例えば図7に示すように、物理ディスク17-1~17-4から構成され、物理ディスク17-3に運用不可能となるような障害が発生すると、物理ディスク17-3のデータ用領域17a-1~17a-nに書き込まれているαブロックのデータd02、d12、d32、……は他の物理ディスク17-1、17-2、17-4の退避データ用領域17b-1、17b-2、17b-4に退避されることとなる。

【0053】以後、マイクロプロセッサ12は不揮発性メモリ14上に記録されている切離し物理ディスク17-3の修復データの記録管理情報に基づいて冗長データを退避データ用領域17b-1、17b-2、……、17b-nから読み出していくことによって運用を行う。尚、このデータ修復動作は図示せぬ上位装置に対してハ

ックグラウンドに実施することで、上位装置のアクセスを中断させることなく行うことができる。

【0054】また、上記の処理方法では切離し物理ディスク17-3のデータ用領域17a-3の全部域の退避について述べたが、上位装置から切離し物理ディスク17-3に対するデータの書き込み及び読出しが指示された場合に修復されるデータを他の物理ディスク17-1、17-2、……、17-nの退避データ用領域17b-1、17b-2、……、17b-nに退避する場合にも適用可能である。

【0055】一方、切離された物理ディスク17-3のデータを修復して各退避データ用領域17b-1、17b-2、……、17b-nに退避する前に上位装置から切離された物理ディスク17-3のアドレスに対して読出し指示が入力された場合、図5に示すように、物理ディスク17-1、17-2、……、17-nのデータd0～d(n-1)〔d2以外のデータ〕からディスクアレイデータ制御回路部15でデータが修復され、修復されたデータd2をデータキャッシュ13に格納して上位装置に送出する。

【0056】この時同時に、データキャッシュ13に格納された修復データd2は、図6に示すように、マイクロプロセッサ12によって他の物理ディスク17-1、17-2、……、17-nの退避データ用領域17b-1、17b-2、……、17b-nにミラーリングすることで退避される。尚、上位装置から切離された物理ディスク17-3のアドレスに対して書込み指示が入力された場合には、書込むべきデータがデータキャッシュ13に格納された後に、マイクロプロセッサ12によって他の物理ディスク17-1、17-2、……、17-nの退避データ用領域17b-1、17b-2、……、17b-nにミラーリングすることで退避される。

【0057】このように、複数の物理ディスク17-1～17-n各々に、物理ディスク17-1～17-nのいずれかが運用不可能となって縮退運転状態に移移した時に当該物理ディスクに記憶すべきデータを分割して退避する退避データ用領域17b-1～17b-nを配設することによって、縮退運転状態に移移した時にホットスタンバイしている物理ディスク18がない場合でもデ

ータの冗長性を確保することができると。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、複数の磁気ディスク装置各々に上位装置から転送されたデータ及びそのデータから生成したパリティデータを分割記憶することで1台の論理記憶装置を実現するディスクアレイ装置において、磁気ディスク装置のいずれかが運用不可能となって縮退運転状態に移移した時に当該磁気ディスク装置に記憶すべきデータを分割して退避する複数の退避領域を複数の磁気ディスク装置各々に配設することによって、縮退運転状態に移移した時にホットスタンバイしている物理ディスクがない場合でもデータの冗長性を確保することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるディスクアレイ装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の物理ディスクの構成を示す図である。

【図3】本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法を示す図である。

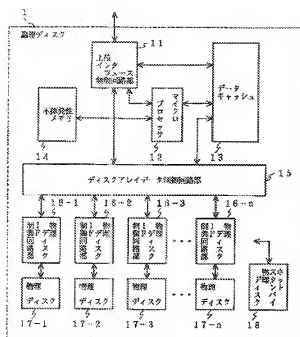
【図6】本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法を示す図である。

【図7】本発明の一実施例による縮退運転状態での処理方法を示す図である。

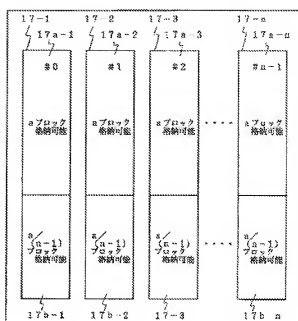
【符号の説明】

- 1 ディスクアレイ装置（論理ディスク）
- 12 マイクロプロセッサ
- 13 データキャッシュ
- 14 不揮発性メモリ
- 15 ディスクアレイデータ制御回路部
- 16-1～16-n 物理ディスクインタフェース制御回路部
- 17-1～17-n 磁気ディスク装置（物理ディスク）
- 17a-1～17a-n データ用領域
- 17b-1～17b-n 退避データ用領域

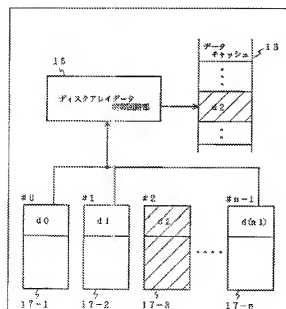
【図1】



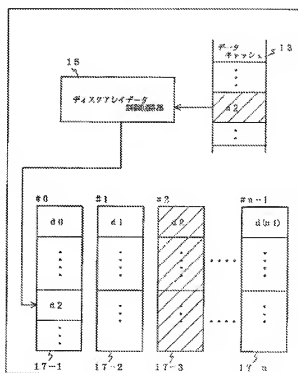
【図2】



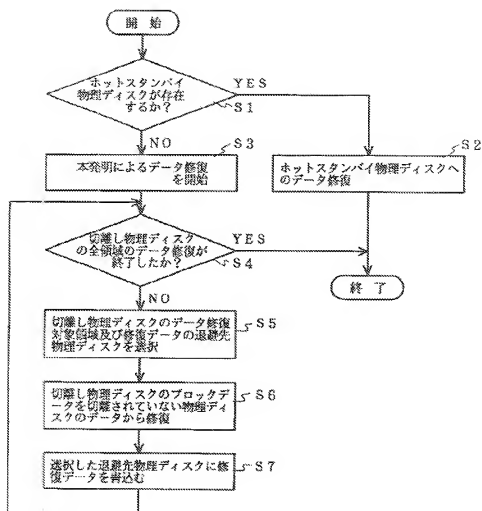
【図5】



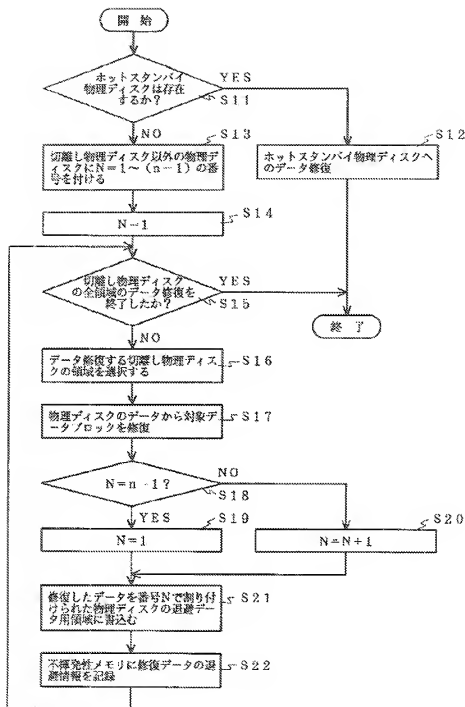
【図6】



【図3】



【図4】



【図7】

| #0 | #1 | #2 | #3 |
|------|------|------|------|
| d00 | d01 | d02 | d03 |
| d10 | d11 | d12 | d13 |
| ⋮ | ⋮ | d22 | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | d32 | ⋮ |
| | | ⋮ | |
| | | ⋮ | |
| d02 | d12 | ⋮ | d22 |
| d32 | --- | ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | | |
| 17-1 | 17-2 | 17-3 | 17-4 |